ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux alcools actifs et une troisième cétone contenus dans l'essence de coco.* Note de M. **A. Haller** et **A. Lassieur**.

Une nouvelle quantité d'échappées de beurre de coco mise gracieusement à notre disposition par MM. Tassy, Rocca et de Roux, de Marseille, nous a permis de pousser plus en avant l'étude que nous avons entreprise de ces produits.

Dans notre première Note ([1]), nous avons fait remarquer que le liquide brut est dextrogyre et dévié de 19′ sur une longueur de 200^{mm}, ce qui nous a permis d'émettre l'hypothèse qu'il renfermait probablement des alcools secondaires correspondant aux cétones isolées.

L'examen des cétones nous a, d'autre part, fait soupçonner la présence d'un autre terme de cette série de composés, terme dont le point d'ébullition est supérieur à celui des cétones déjà étudiées.

Le nouvel échantillon mis à notre disposition possédait les caractères suivants :

Déviation à droite : 28′ pour une colonne de 200^{mm}; acidité correspondant à environ 0,7 pour 100 d'acide gras calculé en acide caproïque; alcools : 12 pour 100, calculés en méthylnonylcarbinol. Il renfermait en outre de petites quantités d'une aldéhyde qu'il nous a été impossible de doser et de saisir.

([1]) A. Haller et Lassieur, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1013.

Séparation des alcools d'avec les acétones. — Cette séparation a été faite par la méthode à l'anhydride phtalique imaginée par l'un de nous, il y a quelques années.

L'essence brute, débarrassée de son acide au moyen du carbonate de soude, a été chauffée, pendant 12 heures, à une température de 225°, avec un excès d'anhydride phtalique. Après refroidissement, on a séparé par filtration l'excès d'anhydride et traité la liqueur, à plusieurs reprises, par une solution de carbonate de soude à 100^g par litre. Après soutirage, la liqueur alcaline a été lavée à l'éther, puis acidulée pour précipiter les éthers phtaliques acides. Ces derniers ont enfin été décomposés à chaud par de la potasse alcoolique, et le produit, étendu d'eau et acidulé, a fourni le mélange d'alcools cherchés.

Ce mélange, après dessiccation, a fourni à la rectification deux produits passant respectivement entre 190° et 195° et entre 228° et 233°, à la pression ordinaire.

Le *premier produit* constitue un liquide incolore, d'odeur forte et qui possède les constantes suivantes : $D_4^{25} = 0,823$; $n_{21} = 1,4249$, d'où RM = 44,8 (RM calculé pour $C^9H^{20}O$: 45,0); $\alpha_D = +1°$ pour une longueur de 50^{mm}, d'où $[\alpha]_D = +2°25'$. Les analyses ont montré que le corps répond à la formule $C^9H^{20}O$.

Oxydé au moyen du mélange chromique, cet alcool a fourni une cétone $C^9H^{18}O$ dont la semicarbazone s'est montrée identique à celle obtenue avec la méthylheptylcétone.

Ces caractères sont ceux du *méthylheptylcarbinol* $CH^3CHOHC^7H^{15}$ droit qui est l'inverse optique de celui contenu dans l'essence de rue ([1]), dont les constantes sont les suivantes : point d'ébullition 195°-196°; $D_{16}^{19} = 0,827$ et $[\alpha]_D = -3°44'$. Les différences constatées dans le pouvoir rotatoire tiennent sans doute à ce que notre produit a été partiellement racémisé au cours du traitement à l'anhydride phtalique.

Le *second alcool* constitue de beaucoup la partie la plus importante du mélange. Il est incolore, d'une consistance sirupeuse et possède une odeur très prononcée. Ses constantes sont les suivantes : $D_4^{23} = 0,827$; $n_{23} = 1,4336$, d'où RM = 54,1 (calculé pour $C^{11}H^{24}O$: 54,2); $\alpha_D = +35'$ pour $l = 50^{mm}$, d'où $[\alpha]_D = +1°24'$.

L'analyse conduit à la formule $C^{11}H^{24}O$.

Oxydé au moyen du mélange chromique, cet alcool fournit une cétone dont la semicarbazone fond à 120°-122°, point de fusion qui est celui de la semicarbazone de la méthylnonylcétone.

Il ne peut donc y avoir aucun doute sur la constitution de ce composé qui est du méthylnonylcarbinol, $CH^3CHOHC^9H^{19}$, droit, c'est-à-dire

---

([1]) Power et Lees, *Journ. of chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 1585; *Bull. Soc. chim.*, t. XXX, 1903, p. 621.

l'antipode de l'alcool déjà trouvé dans l'essence de rue ([1]) et dont le pouvoir rotatoire à gauche est de $[\alpha]_D = -1° 18'$.

Cétones. — L'essence débarrassée des alcools dont nous venons d'établir la composition et la constitution, nous a permis d'isoler, après une série de fractionnements, la méthylheptylcétone et la méthylnonylcétone déjà mentionnées dans notre première Note, ainsi qu'une cétone passant entre 260° et 265° à la pression ordinaire.

Vu la faible quantité de produit obtenu, nous avons transformé cette cétone en sa semicarbazone fusible à 121°-122°, et qui a été analysée. Les chiffres obtenus conduisent à la formule $C^{14}H^{29}ON^3$ qui est celle d'une semicarbazone d'une cétone en $C^{13}H^{26}O$.

Régénérée de son produit de condensation, cette cétone s'est présentée sous la forme d'un solide blanc, fondant à 29°. Or, ce point de fusion se rapproche de celui de la méthylundécylcétone $CH^3.CO.C^{11}H^{23}$, préparée synthétiquement par M. Krafft ([1]), et qui fond à 28°. Le point d'ébullition de notre cétone, 260°-265°, coïncide d'ailleurs également avec celui (263°) du produit synthétique.

Nous sommes donc en droit de conclure que notre cétone est de la *méthylundécylcétone* $CH^3.CO.C^{11}H^{23}$.

En résumé, nos recherches montrent que l'essence de coco renferme, indépendamment des acides séparés par les alcalis et qui peuvent provenir d'une saponification des corps gras :

1° Les cétones méthylheptylique, méthylnonylique, méthylundécylique, la seconde de ces cétones constituant environ 75 pour 100 du mélange;

2° Les méthylheptyl- et méthylnonylcarbinols droits, c'est-à-dire les inverses optiques des alcools trouvés dans l'essence de rue;

3° Une aldéhyde non déterminée.

Quelle peut être l'origine de ces différents produits? Eu égard à leur activité optique et aussi à leur constitution, ils ne sauraient prendre naissance au cours des traitements qu'on fait subir au beurre de coco, pour le débarrasser de l'odeur désagréable dont il est imprégné, afin de le rendre comestible. Comme le beurre préparé aux lieux d'origine, possède l'odeur agréable d'amande, il ne saurait contenir à l'état frais les différents composés que nous venons d'étudier. Ceux-ci prennent sans doute naissance, dans les coprahs, aux dépens d'une substance encore inconnue, qui sous l'influence d'un ferment, d'une zymase, se dédouble en les cétones et alcools odorants qui ont fait l'objet de nos études.

([1]) Krafft, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XIII, p. 1667.

TECHNOLOGIE — *Le deuxième Congrès international de la répression des fraudes. Présentation du Compte rendu de ses travaux.* Note [1] de M. D'ARSONVAL.

Le deuxième Congrès international de la répression des fraudes, dont nous présentons le Compte rendu, a tenu ses assises à Paris, du 17 au 24 octobre 1909. Plusieurs Membres de l'Académie des Sciences y avaient été délégués par M. le Ministre de l'Instruction publique, et l'un d'eux, M. A. Gautier, a déjà entretenu l'Assemblée de ses travaux au lendemain de leur clôture.

La loi du 1er août 1905, dite loi Ruau, avait à redresser des errements séculaires et souvent contradictoires. Sans remonter jusqu'au règne de Louis XI, déjà préoccupé de mettre un frein à la falsification des denrées et des boissons, il suffit de rappeler l'incohérence qui reliait péniblement les anciennes ordonnances locales à la loi de 1851, en passant par le Code civil, pour établir que cette loi du 1er août 1905 répondait dès longtemps à un besoin à la fois social, économique et moral.

Lentement élaborée au cours de plusieurs législatures, mais hâtivement votée en une fin de séance, elle devait valoir surtout par les règlements d'administration publique qu'elle prévoyait et par les compétences chargées de son application.

Le programme des Congrès de la répression des fraudes a été conçu par MM. les Drs Bordas et Roux, avec l'appui effectif de la Société universelle de la Croix blanche de Genève, en vue de poser les bases d'une telle réglementation qui ne pourrait être efficace et même possible qu'en prenant ses racines dans des faits bien précis, des définitions nettement établies : il importait avant tout d'élaborer un formulaire uniforme suivant l'expression heureuse de M. le Dr Bordas, président du deuxième Congrès.

Et c'est ce qui a été réalisé pour les denrées alimentaires et les boissons, tant à Genève en 1908 qu'à Paris en 1909, grâce à la collaboration originale des hygiénistes et des producteurs eux-mêmes convoqués à cet effet et auxquels le bureau du Congrès avait fait comprendre qu'il s'agissait moins encore de *répression* que d'une œuvre de protection du commerce honnête.

---

[1] Reçue dans la séance du 10 octobre 1910.

De cette collaboration est née la *définition du produit loyal et marchand.*

Aussi chercherait-on en vain, dans le Compte rendu des travaux du Congrès, les longs rapports et les communications personnelles fortement développées qu'on a coutume de rencontrer en ces sortes de documents.

La nécessité d'une réglementation au point de vue alimentaire admise de tous s'impose avec plus de force encore, si l'on envisage les matières premières utilisées en thérapeutique; elle n'est pas une superfétation, car la plupart des drogues et des produits chimiques définis par les pharmacopées officielles font l'objet de divergences fort nombreuses, qui argumentent en faveur d'une entente internationale.

Aussi la section spéciale du Congrès, que présidait notre collègue M. Guignard, a-t-elle défini, sous l'active impulsion de M. le Dr Perrot, plus de soixante des matières premières de la droguerie, notamment les nombreuses variétés de quinquinas sauvages et cultivés, dont l'étude est ici faite pour la première fois, d'une façon aussi complète; plus de cinquante produits chimiques employés en thérapeutique et de trente des huiles essentielles qui trouvent application soit dans l'alimentation, soit en pharmacie, en établissant pour chacun de ces corps tous les caractères chimiques ou physiques capables de fixer, d'une manière aussi certaine que possible, l'identité du produit étudié.

Cette liste, forcément limitée au premier effort, pourra facilement être complétée par la même méthode de travail. C'est l'œuvre de demain.

Toutes les décisions prises dans les huit sections techniques du Congrès ont été examinées, passées au crible des hygiénistes et revues enfin dans les assemblées générales.

Les votes qui ont suivi les discussions et qui n'étaient en quelque sorte que la conclusion nécessaire de celles-ci ont été enregistrés *sous forme de liste nominative*, chaque fois que l'exigeait l'importance de leur signification, de même que toutes réserves ou protestations formulées soit au cours des séances, soit depuis la clôture des travaux.

Ainsi présenté, ce Compte rendu apparaît comme l'expression inattaquable de la vérité; il montre sur beaucoup de points l'accord établi, qui servira de base aux futurs Congrès de législation nationale ou internationale en préparation; il montre aussi avec la plus grande impartialité que sur un certain nombre de points l'accord ne s'est pas fait, mais pour connaître la raison de ce désaccord, il suffit de lire le nom des protestataires; on comprend alors, en se reportant aux travaux des sections, pourquoi ils se séparent de la majorité.

Le Congrès de Paris a été une consultation loyale et librement acceptée de toutes les compétences s'exerçant en matière de répressions des fraudes. Le Compte rendu des travaux offerts à l'Académie des Sciences en donne l'impression réelle et précise.

PALÉONTOLOGIE. — *Comment les espèces ont varié.* Note de M. **Henri Douvillé.**

Depuis les temps historiques, tout ce qui nous entoure paraît d'une stabilité absolue, aussi bien le monde inorganique que les être vivants. Il en a été tout autrement dans les temps plus anciens : le géologue constate que la surface de la Terre a été très fréquemment en mouvement, et qu'il en est résulté des changements continuels dans la répartition des mers et des continents. De même, le paléontologue voit, à chaque instant, des espèces nouvelles apparaître, se développer ou se modifier, puis disparaître. Il est difficile d'imaginer un contraste plus saisissant; Lamarck en avait été frappé, mais pour lui, la stabilité actuelle n'était qu'apparente : « Tout, avec le temps, dit-il, subit des mutations diverses, plus ou moins promptes...; mais pour l'homme, les intervalles de ces mutations sont des états stationnaires qui lui paraissent sans bornes, à cause de la brièveté de son existence. » Rien ne prouve, du reste, que nous ne soyons pas dans une période exceptionnelle de calme.

Quoi qu'il en soit, la Paléontologie, nous faisant assister aux variations fréquentes des êtres animés, est appelée à nous montrer comment ces modifications se sont produites. Ce point de vue m'a toujours guidé dans mes recherches, et je vais indiquer quelques-uns des résultats obtenus.

Le groupe que j'ai le plus complètement étudié est celui des Mollusques bivalves ou Lamellibranches. On sait que chez ces animaux la vie est entretenue par un courant d'eau qui apporte à la fois de l'oxygène et des particules nutritives; les ouvertures d'entrée et de sortie de ce courant constituent les siphons et sont situées du côté postérieur. Normalement, l'animal rampe sur son pied; pour qu'il puisse se tenir ainsi en équilibre, il faut que la coquille soit équivalve et équilatérale; les deux muscles adducteurs sont alors également développés. Ce groupe normal comprend des formes primitives nacrées (*Nuculidés*) et des formes dérivées porcelanées (*Arcidés*); elles ont traversé les temps géologiques en n'éprouvant que de légères modifications. Leur charnière est multidentée (*Taxodontes*).

Dès le Dévonien, les dents deviennent moins nombreuses et prennent une individualité plus marquée, c'est ce qui caractérise l'ordre des *Hétérodontes* qui lui aussi se développe lentement jusqu'à l'époque actuelle.

Ces diverses formes correspondent à des animaux qui se déplacent plus ou moins activement sur le fond de la mer, à la recherche de leur nourriture. Mais si les eaux sont agitées et si elles sont suffisamment chargées de matières nutritives, l'animal n'est plus incité à se déplacer, il *s'immobilise*, et les modifications les plus diverses vont résulter de ce simple changement dans sa manière de vivre.

Déjà certains Arcidés se fixent aux rochers par leur pied; on voit alors le côté postérieur de la coquille, où se trouvent les siphons, devenir prédominant. Puis le pied secrète des filaments élastiques (*byssus*) qui adhèrent aux corps étrangers, de sorte que l'animal peut sans fatigue résister aux courants. La poussée de l'eau agit plus fortement sur le côté postérieur de la coquille, plus développé, et tend à faire tourner celle-ci; il en résulte une pression du pied byssifère sur le muscle antérieur, qui gêné dans son développement, s'atrophie peu à peu. C'est ainsi que prend naissance l'ordre si important des Hétéromyaires ou *Dysodontes*. Les formes primitives nacrées sont d'abord équivalves (*Mytilidés*), puis se couchent sur le *côté droit* (*Aviculidés*) et deviennent alors inéquivalves, puis monomyaires, par suite de la disparition complète du muscle antérieur.

Les formes dérivées, porcelanées, peuvent dans certains cas reprendre temporairement la vie active, elles redeviennent alors pseudo-équilatérales; c'est le cas des Pectinidés, qui présentent les modifications les plus curieuses suivant les différences de leur genre de vie : les plus actifs sont presque équivalves (*Equipecten*), les paresseux vivent couchés au fond de la mer sur leur valve droite; celle-ci se creuse, tandis que l'autre s'aplatit (*Vola*, *Neithea*). D'autres se fixent presque à demeure par leur byssus; c'est alors la valve droite qui s'aplatit (*Eopecten*, *Semipecten*). Enfin quelques-uns se fixent par soudure directe de la même valve, soit dans le très jeune âge (*Plicatules*, *Spondyles*), soit seulement dans l'âge moyen (*Hinnites*). La plasticité de ce type *Pecten* est vraiment extraordinaire.

Les *Limes* représentent un autre type dérivé des Avicules; l'animal est très actif et la coquille est redevenue équivalve; c'est une de ces formes qui, en se couchant sur la valve *gauche* et se fixant par soudure directe, paraît avoir donné naissance à la grande famille des *Ostréidés*.

La fixation byssale, comme la soudure directe, exigent des points d'appui résistants; ceux-ci font défaut lorsque l'animal vit sur fond de sable ou de

vase; il s'enfonce alors de manière que les ouvertures des siphons viennent affleurer le fond de la mer : le corps est vertical et la coquille reste symétrique. Ce groupe des Cavicoles correspond à l'ordre des *Desmodontes*. L'animal est protégé par sa position cachée, la coquille n'a plus besoin de s'ouvrir et de se fermer, elle reste bâillante et sa charnière s'atrophie, les deux valves n'étant plus reliées que par le ligament. Ces formes, presque entièrement à l'abri des actions extérieures, ne se modifient que lentement et les types anciens nacrés persistent en partie jusqu'à l'époque actuelle (*Pholadomyes, Anatines*). La charnière se développe à nouveau dans les formes actives fouisseuses (*Solénidés*), mais elle présente des caractères particuliers : ces formes dérivées sont porcelanées.

Mais la demeure des Desdomontes n'est pas à l'abri des ravinements; il suffit d'un courant un peu fort pour arracher l'animal de son trou et le coucher sur le fond. Certains continuent à vivre dans cette position et subissent alors la déformation habituelle : la valve inférieure se creuse, tandis que l'autre s'aplatit plus ou moins, et en même temps le ligament devient dissymétrique. C'est le cas de certaines *Corbules*. Si après un intervalle plus ou moins long l'animal revient à son ancienne manière de vivre, la coquille redevient symétrique, mais la position du ligament ne se modifie pas aussi rapidement et il peut rester dissymétrique; c'est ce qu'on observe dans les *Myes* actuelles et dans plusieurs genres fossiles (*Céromyes*, *Gresslyes*).

Enfin l'animal peut reprendre tout à fait la vie active normale, la coquille cesse alors d'être bâillante et la charnière se développe en conservant comme précédemment ses caractères particuliers (*Mactres*).

Exceptionnellement les Desmodontes nacrés peuvent se fixer par soudure directe (*Myochama*, *Chamostrea*); ils prennent dans ces conditions une forme analogue à celle que nous retrouverons dans les autres dimyaires fixés, comme les *Chames*.

Plus intéressantes encore sont les transformations des Hétérodontes. La fixation byssale n'est réalisée que dans deux cas, et elle a les mêmes conséquences que celles que nous avons indiquées plus haut : le muscle antérieur s'atrophie dans les *Dreissensia* dont la forme reproduit exactement celle des *Mytilus*. Dans les *Tridacnes*, ce muscle a disparu et la pression du pied byssifère a en outre déplacé tout l'ensemble des viscères; l'étude des formes fossiles a montré que ce genre dérive des *Cardium*.

La fixation par soudure directe a donné naissance à toute une famille très importante, celle des *Rudistes*. C'est encore un *Cardium* qui, vers la fin de l'Oxfordien, a réussi à se fixer ainsi dans les eaux agitées qui avoisinaient les

récifs de coraux; l'abondance de la nourriture a amené la croissance rapide de la coquille, d'où l'épaisseur et la forme spiralée caractéristiques des *Diceras*. La fixation se fait d'abord indifféremment par l'une ou l'autre valve, puis elle s'établit exclusivement par la valve gauche, et c'est ainsi que se constitue un premier groupe qui persiste pendant tout le Crétacé; au début de cette période, un deuxième groupe très différent du précédent prend naissance par la fixation de la valve droite, les formes sont *inverses* des précédentes et elles prennent un développement considérable (*Hippurites*, *Radiolites*); elles disparaissent un peu avant la fin du Crétacé.

Dans les deux cas, il semble qu'il ait suffi d'une très légère impulsion ou modification pour produire une sorte de déclenchement et pour aiguiller l'évolution dans une direction nouvelle. D'un autre côté, dans les exemples que je viens de citer, les animaux paraissent doués d'une telle plasticité qu'on peut se demander comment un arrangement régulier peut encore exister. C'est qu'en réalité nous n'observons que les modifications qui ont réussi, qui ont persisté et ces cas sont exceptionnels; toujours ou presque toujours les essais ne réussissent pas et les changements dans les conditions du milieu ont pour seul résultat d'occasionner la mort de l'animal.

Ainsi pour les Hétérodontes la fixation byssale n'a réussi que deux fois; la fixation par soudure directe a également réussi, et brillamment réussi comme nous venons de le voir, à la fin de l'Oxfordien; elle s'est produite une deuxième fois dans le Crétacé supérieur, où apparaissent les *Chames*, mais celles-ci semblent résulter de la fixation d'une *Cardite*.

Les exemples que je viens de citer montrent que la constitution de l'animal est dans une étroite dépendance de sa manière de vivre, à tel point que l'on peut souvent prévoir la modification qui résultera d'un changement d'habitat, ou d'une modification observée remonter à la cause qui l'a produite.

Ces faits sont bien conformes aux principes posés par Lamarck ; pour lui, comme l'a très bien résumé M. Landrieux, « non seulement les animaux sont variables, mais ce sont les causes externes, elles-mêmes infiniment et incessamment changeantes qui les font varier directement ou indirectement, directement sous l'action des forces cosmiques, indirectement par réaction de l'être, qui *sous peine de mort doit s'adapter à son milieu*... ». Seulement Lamarck faisait intervenir une accumulation de petits changements après un grand nombre de générations, tandis que la plupart des faits que j'ai rappelés indiquent des modifications rapides ou brusques à la suite de changements également brusques. Même les changements qui tout d'abord

paraissent lents et progressifs, semblent, quand on les étudie de plus près, être formés par une succession de sauts brusques séparés par des périodes de stabilité.

En résumé, la succession des formes résultant de l'évolution pourrait être comparée non à un plan incliné, mais à un escalier à marches inégales et plus ou moins arrondies (¹).

M. A. GAUTIER, en présentant un opuscule portugais sur *Marcelin Berthelot*, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part de M. A.-J. FERREIRA DA SILVA, professeur à l'École polytechnique de Porto, une conférence donnée par lui à l'Académie royale des Sciences de Lisbonne. Elle a pour titre : *Marcelin Berthelot : son œuvre scientifique, sa philosophie, son caractère.*

C'est l'un des meilleurs écrits qui aient paru sur le grand homme que nous regrettons : le monument de la *Synthèse organique* qu'il sut le premier édifier en partant de la matière purement minérale, sa mécanique chimique fondée sur la Thermochimie, ses recherches de chimie agricole, sa théorie générale des explosifs, ses méthodes d'analyse des gaz, ses idées sur les sources de la chaleur animale non prévues avant lui, ses conceptions sur les ferments et la fermentation, enfin ses travaux d'histoire de l'alchimie et des arts industriels sont, dans ces quelques pages, successivement et clairement présentés et analysés.

M. Ferreira da Silva aborde ensuite l'exposé de la philosophie morale de Berthelot. Il rappelle ses opinions, toutes personnelles, en quelques phrases empruntées à ses livres : *La Science*, a dit Berthelot, *est le fondement de la morale — Le triomphe universel de la Science assurera aux hommes le maximum de félicité et de moralité — La libre-pensée doit rester la pensée libre*, etc.

L'auteur conclut en rapprochant, pour la gloire de notre pays, les noms de ces trois grands chimistes : Lavoisier, Pasteur, Berthelot.

De nombreuses notes techniques viennent justifier ces jugements et compléter cet excellent exposé.

(¹) Par ses études purement zoologiques, Giard était arrivé à la même conclusion (*Act. Soc. Sc. Chili*, 1895, p. 21; *Notice* sur ses travaux scientifiques, 1896, et *Rev. Sc.*, 4 février 1905, p. 170).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission de six Membres qui devra présenter une liste de candidats au siège d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché.*

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre : deux Membres de la Division des Sciences mathématiques, deux Membres de la Division des Sciences physiques et deux Membres de la Section des Académiciens libres.

MM. **Darboux**, **Violle**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Bouchard**, **Maquenne**, pour les Sciences physiques ; MM. **Cailletet**, **Carpentier**, pour la Section des Académiciens libres, réunissent la majorité absolue des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Hérédo-tuberculose matérielle, expérimentale*, par MM. **Landouzy** et **L. Laederich**.

Depuis deux ans nous poursuivons l'étude expérimentale de l'hérédité tuberculeuse, au double point de vue envisagé déjà par l'un de nous, il y a plus de vingt ans :

1° La transmission du bacille de Koch de la mère au fœtus (*hérédité de graine; hérédité parasitaire*);

2° La transmission congénitale de viciations humorales, organiques et fonctionnelles (*hérédité de terrain; hérédité dystrophiante*).

I. Hérédité de graine. — Nous avons recherché l'existence de lésions tuberculeuses, et la présence du bacille chez 143 petits, issus de mères tuberculisées avant d'être fécondées.

A. Cinquante-sept de ces petits, recueillis *in utero*, ou dès la naissance, ne présentaient ni lésions tuberculeuses macroscopiques ou microscopiques, ni bacilles sur les coupes des viscères.

Par contre, les organes de quatre fœtus (recueillis aseptiquement dans l'utérus d'une cobaye tuberculisée et sacrifiée en pleine gestation) inoculés à deux cobayes neufs, *tuberculisèrent ces animaux.*

B. Quatre-vingt-six petits, issus de mères tuberculeuses, furent laissés en vie, puis sacrifiés au bout de un ou de plusieurs mois.

Aucun des 18 petits chiens, ou lapins, ne montra de lésions bacillaires.

Par contre, sur 68 petits cobayes, 16 (soit 23,5 pour 100) présentèrent, à l'autopsie, des *lésions discrètes mais indiscutables de tuberculose*, exclusivement localisées aux poumons.

Étant données les précautions prises pour éviter la contamination des petits, après leur naissance, ces résultats positifs nous paraissent devoir être interprétés comme *des faits d'infection tuberculeuse héréditaire*. Ils viennent à l'appui de la théorie de Baumgarten, d'après laquelle les enfants de mères phtisiques naîtraient, souvent, infectés de bacillose latente, la tuberculose ne se développant qu'à l'adolescence, ou même plus tardivement encore.

II. *Hérédité de terrain.* — Un premier fait est *la multiléthalité des petits issus de mères tuberculeuses*, analogue à celle que l'un de nous a signalée en clinique humaine.

Sur 125 petits, que nous ont donnés 31 portées de cobayes, 5 portées de lapines et 3 portées de chiennes, il y avait : 30 mort-nés, 18 nouveau-nés mourant dans les premières heures ; au total, 48 n'ayant pas vécu, soit *une léthalité de* 38,4 *pour* 100. La mort, chez certains de ces nouveau-nés, s'expliquait par des malformations congénitales ou par des lésions hépatiques ; chez certains autres la cause n'apparaissait pas.

Le second fait à noter concerne *la fréquence des malformations congénitales ;* nous en avons trouvé 6 cas chez nos 125 petits, soit 4,8 pour 100 :

a. Deux cas de *rétrécissement congénital de l'artère pulmonaire*, avec dilatation du ventricule droit, chez deux petits chiens mort-nés issus d'une chienne tuberculisée ;

b. Un cas de *malformation de l'orifice aortique* à 4 valvules sigmoïdes, chez un cobaye ;

c. Un cas, chez un chien mort-né, d'*absence congénitale du rein gauche*, le rein droit étant atteint *de néphrite subaiguë* ayant déterminé de l'anasarque et des hémorragies viscérales (véritable mal de Bright congénital) ;

d. Deux cas *d'incurvation et de torsion anormale des os des membres antérieurs* chez deux cobayes nouveau-nés.

Plus fréquemment que ces dystrophies partielles, limitées au cœur, au rein, ou au squelette, nous avons relevé un *état de dystrophie générale*, un état d'hypotrophie, constatable dès la naissance, ou bien au cours du développement.

C'est ainsi qu'un grand nombre de cobayes nés de mères tuberculeuses étaient, à la naissance, chétifs et d'un poids très inférieur à la moyenne normale; beaucoup se sont mal développés. Sur 58 petits cobayes que nous avons laissé vivre (faisant abstraction des 16 qui sont devenus tuberculeux), nous en avons observé 12 (soit 37,5 pour 100) qui ont grossi lentement, restant chétifs ou même cachectiques, bien qu'à leur autopsie nous ne trouvions aucune lésion bacillo-tuberculeuse.

Au total, l'expérimentation par les avortements fréquemment observés sur les femelles tuberculisées, par la multiléthalité, par le chétivisme, comme par les dystrophies viscérales ou générales des petits, nous a permis de réaliser ce qui s'observe en clinique humaine. Certaines phtisiques, alors qu'elles n'avortent pas, ne peuvent-elles pas accoucher : d'enfants morts-nés; d'enfants cachectiques, succombant quelques heures ou quelques jours après la naissance; d'enfants débiles qui se développent mal, ou encore d'enfants atteints de malformations organiques ou de déviations fonctionnelles, chez lesquels, dès la naissance et les premières années, apparaissent des affections du cœur, des reins, du foie ou du squelette.

Au total, nos expériences éclairent la pathogénie de l'hérédo-tuberculose; elles aident à comprendre comment la toxi-infection transplacentaire, dans la lignée de certaines femmes phtisiques, conditionne l'affaiblissement de la natalité, l'abâtardissement de l'individu et la dégénérescence de la race.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui faire connaître ceux de ses Membres qui pourraient se rendre, en qualité de délégués de son Département, au *VIIe Congrès international contre la tuberculose*, qui se tiendra à Rome, du 24 au 30 septembre 1911.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La livraison XXIV (2e série) et des *Cartes spéciales*, constituant la suite des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*. (Adressé par le Président de la Commission géologique suisse.)

2° *Contribution à la faune malacologique de l'Afrique occidentale*, par Ph. Dautzenberg. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

3° *L'essor de la Chimie appliquée*, par M. Albert Colson. (Présenté par M. Vieille.)

4° *Radiométrie fluoroscopique*, par M. H. Guilleminot. (Présenté par M. Ch. Bouchard.)

(Renvoi à la Commission du prix Montyon.)

5° *Les débris épithéliaux paradentaires, d'après les travaux de* L. Malassez, publié par M. V. Galippe. (Présenté par M. Ch. Bouchard.)

6° *Les eaux minérales de l'Algérie*, par M. Hanriot. (Présenté par M. A. Gautier.)

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

MÉCANIQUE. — *Variations de la résistance à l'écrasement des aciers en fonction de la température. Relation entre les propriétés statiques et dynamiques des aciers.* Note (¹) de M. F. Robin, présentée par M. H. Le Chatelier.

La résistance à l'écrasement (nombre de kilogrammètres par centimètre cube de métal, produisant un écrasement donné en un seul choc d'une vitesse donnée) varie dans tous les métaux en fonction de la température.

La résistance du *cuivre* décroît d'une façon constante et régulière avec la température. Vers le rouge naissant, la chute de résistance à l'écrasement est le plus rapide.

Cuivre. — Conditions de choc ; hauteur de chute du mouton, 2m; écrasement $\frac{1}{5}$ en un coup; cylindres de hauteur égale au diamètre (travaux bruts du mouton, sans déduction des pertes dues aux vibrations de l'appareil) :

Températures	−185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700	800°	900°	1000°
Résistance à l'écrasement	8 kgm	6,3 kgm	5,9 kgm	5,3 kgm	5 kgm	4,7 kgm	3,1 kgm	2,8 kgm	2,7 kgm	2,2 kgm	1,5 kgm	1,5 kgm

Il en est à peu près de même des aciers *austénitiques* (au nickel ou au manganèse) et des alliages de fer et de nickel à haute teneur.

(¹) Présentée dans la séance du 17 octobre 1910.

Exemple. — Mêmes conditions de choc :

Températures	-185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	700°	800°	1000°	1100°	1350°
Acier à 13 p. 100 Mn, 1 C.	39,5 [1]	26	23,5	22,5	21	20	19	19,8	17	9,5	8	(4)?
Acier à 30 Ni, 1 Mn, 0,4 C.	36	20	19	19	19	»	15	13	10,2	9,1	8,4	»

Le *fer* et les *aciers perlitiques* (c'est-à-dire où le fer est à l'état α) présentent des variations particulières.

A la température de l'azote liquide, l'augmentation de résistance à l'écrasement de tous les aciers est considérable par rapport à celle qu'ils possèdent à la température ambiante.

Elle décroît ensuite avec la température; le minimum de résistance à l'écrasement est voisin de 300° pour le fer et les aciers au carbone. Elle augmente ensuite et passe par un maximum vers 500°. La chute de résistance est rapide jusque vers 800°, puis très lente jusqu'à la fusion du métal.

Exemples. — Résistance à l'écrasement de trois aciers au carbone de dureté différente :

Températures	-185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°	900°	1000°	1100°	1450°
Acier à 0,07 de carbone	31,5	15,6	15,2	12,1	11,5	12,7	13,4	12,9	9,8	7	4,7	4,6	4,1	(1,5)?
Acier à 0,384 de carbone	46	25,2	24,3	22	19	21,2	22	20,1	13	9,2	7,1	6,8	6	(1,8)?
Acier à 1,8 de carbone	58,6	37,4	34	32	28,4	30,1	30,2	25	19,1	15,2	11,7	8,6	6,5	»

Vitesse de choc et nombre de coups. — Dans les métaux de faible élasticité, les métaux mous, le nombre de chocs produisant un écrasement donné ou la vitesse du choc d'écrasement ont l'influence suivante : les travaux d'écrasement sont d'autant plus considérables que la vitesse est plus grande et que le nombre des coups est plus restreint. (Martens étudia l'influence du nombre de coups sur l'écrasement du cuivre et du laiton.)

L'inverse se produit sur les corps durs et élastiques, surtout relativement au nombre des chocs.

L'acier au carbone se comporte comme un corps dur aux basses températures. Au rouge, il se comporte comme un corps relativement mou. Le changement du sens de l'action du nombre de coups sur les travaux de choc nécessaires à un certain écrasement, et peut-être de l'action de la vitesse, se produirait vers 400° ; cette température n'a pas été déterminée rigoureusement.

---

(1) A cette température ce métal subit, sous l'influence du choc, une transformation martensitique partielle.

La vitesse du choc d'écrasement a peu d'influence jusque vers 400° (il s'agit des vitesses correspondant aux hauteurs de chute de $0^m,25$ à 5^m).

Aux températures supérieures, la vitesse élève la résistance à l'écrasement d'une façon importante.

D'autre part, quelques expériences nous ont permis de constater que l'écrasement statique de l'acier paraît se produire d'une façon corrélative de la résistance de rupture. La courbe de résistance aux effets dynamiques paraît donc reculée vers les températures croissantes, par rapport à la courbe des effets statiques, conformément à l'idée de M. H. Le Chatelier.

A partir d'une certaine vitesse du mouton de choc, les effets varient peu jusqu'au rouge naissant, peut-être par suite d'un manque de proportionnalité de l'effet de la vitesse, ou parce que la variation de hauteur de chute des moutons ordinaires ne produit pas une grande variation dans le temps de l'écrasement correspondant.

Certains aciers, en particulier les aciers *austénitiques* et quelques aciers *martensitiques*, présentent, à la température ambiante, une résistance aux effets statiques bien plus grande qu'aux effets dynamiques, contrairement à ce qui a lieu dans les aciers perlitiques, de sorte que *l'action de la vitesse dépend du métal expérimenté*.

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion des ions gazeux*. Note de M. **Édouard Salles**, présentée par M. Lippmann.

J'ai décrit [1] un dispositif destiné à la mesure du coefficient de diffusion des ions gazeux, et montré que la nature de la paroi ne jouait aucun rôle, contrairement à ce qui semblait résulter d'expériences de Rutherford. J'ai depuis étendu mes mesures aux ions produits dans des gaz divers.

Je rappelle le principe de la méthode due au professeur Townsend :

On mesure le courant de saturation, lorsque le gaz ionisé sort 1° d'un faisceau de tubes ayant 1^{cm} de long et 2^{mm} de diamètre, 2° d'un autre faisceau de tubes de même diamètre, mais de 10^{cm} de long ; le rapport de ces deux quantités permet de calculer le coefficient de diffusion.

Il est néanmoins utile de tenir compte de ce que pendant le trajet de 9^{cm}, différence des longueurs des deux systèmes de tubes, une partie des ions a disparu par recombinaison. Dans le but d'effectuer cette correction, j'ai dû modifier mon appareil :

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 627.

un faisceau de tubes a été enlevé dans le barillet mobile; en basculant l'appareil, l'électrode glissait sur son chemin de roulement et se trouvait occuper des positions distantes l'une de l'autre de 9cm. Les mesures effectuées m'ont montré que la recombinaison ne donnait lieu, dans mes expériences, qu'à une correction insignifiante au-dessous de la précision des expériences; j'ai pu toutefois déterminer les coefficients de recombinaison de divers gaz.

L'agent ionisant a toujours été le polonium; il n'émet pas de rayons pénétrants et permet d'avoir une zone d'ionisation bien définie.

J'ai expérimenté sur quatre gaz : air, acide carbonique, azote, oxygène.

L'azote et l'oxygène provenaient de la Compagnie des Gaz comprimés, qui prépare ces gaz par distillation fractionnée de l'air liquide; l'azote est donné comme contenant 99,5 pour 100 de ce gaz; quant à l'oxygène, l'analyse m'a montré que sa teneur était au moins égale. Ces deux gaz étaient desséchés par passage sur une longue colonne de potasse et sur l'anhydride phosphorique; l'appareil dessiccateur était soigneusement purgé avant l'admission des gaz dans les appareils. L'acide carbonique était un gaz industriel produit par combustion du coke, il contenait plus de 99 pour 100 de CO^2; comme l'air, ce gaz a été desséché sur le chlorure de calcium et la ponce sulfurique. Un mode de remplissage, sur lequel je ne puis m'étendre ici, me permettait d'avoir dans les appareils un gaz ne contenant qu'une fraction absolument insignifiante du gaz primitif.

Comme il était intéressant d'opérer sous pression, la compression se faisait directement en détendant le gaz dans les dessiccateurs reliés aux appareils par des tubes métalliques. L'air était comprimé par une pompe à main.

En ce qui concerne l'air, bien que les résultats soient d'accord avec ceux de Townsend, je crois qu'il n'était pas suffisamment desséché et que par suite la valeur du coefficient de diffusion pour les ions positifs serait un peu forte. J'ai obtenu ainsi :

K ions +.	K ions —.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
0,032	0,042	0,037	1,31

Les autres gaz m'ont donné les résultats suivants :

Gaz.	K ions +.	K ions —.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
Acide carbonique....	0,025	0,026	0,025	1,04
Azote..............	0,029	0,0414	0,035	1,41
Oxygène...........	0,030	0,041	0,035	1,36

Il y a un désaccord entre mon nombre pour l'ion + produit dans l'oxy-

gène et celui donné par Townsend, le gaz qu'il employait était moins pur que le mien, il ne contenait que 94 pour 100 d'oxygène.

En faisant varier la pression, j'ai opéré sur l'air à la pression de 1028^{mm} :

K ions +.	K ions —.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
0,022	0,027	0,024	1,22

ce qui donne, pour mes mesures sur l'air,

Pression.	K ions +.	$p \times$ K.	K ions —.	$p \times$ K.
758^{mm}	0,032	23,2	0,042	31,8
1028^{mm}	0,022	21,8	0,027	30,4

M. Townsend, expérimentant dans un intervalle de pressions allant de 200^{mm} à 772^{mm}, avait trouvé des valeurs de $p + k$ oscillant entre 23,1 et 24,6 pour les ions + et entre 29,8 et 33 pour les ions — .

L'ensemble des mesures sur l'azote m'a fourni les nombres suivants :

Pression.	K ions +.	$p \times$ K.	K ions —.	$p \times$ K.
760^{mm}	0,029	21,8	0,041	31,1
1000	0,023	23	0,028	31,3
1120	0,020	22,4	»	»
1302	»	»	0,026	33,9

Mon but était d'effectuer des mesures sur l'hydrogène, mais j'ai dû prendre un gaz industriel par suite de l'obligation de l'avoir sous pression et en grande quantité; les expériences ont été arrêtées pour les raisons suivantes : les compresseurs industriels sont d'ordinaire lubréfiés à l'aide d'éthers de pétrole, et les termes volatils de ces éthers souillent un peu par suite le gaz. L'hydrogène dans ces conditions présente, quand on l'ionise, une conductibilité de beaucoup supérieure à celle de l'hydrogène pur; il y a, de plus, une dissymétrie considérable entre l'ion + et l'ion — : les premiers diffusent beaucoup moins vite que les premiers. Ce fait est à rapprocher de ceux décrits précédemment par M. Wellisch [1] pour le même gaz.

Comme je l'ai dit précédemment, les gaz ont été ionisés par les rayons α du polonium; l'accord entre mes mesures et celles de Townsend, où ce dernier employait d'autres sources de radiation, montre une fois de plus l'identité entre ces ions et ceux produits de façons différentes.

---

[1] *Proceedings Royal Society*, 1909.

PHYSIQUE. — *Mélanges réfrigérants.* Note de M. **J. Duclaux**, présentée par M. E. Roux.

Le mélange de deux liquides est souvent accompagné d'un abaissement de température [1]. Pour certains couples de liquides, cet abaissement est suffisant pour qu'on puisse obtenir ainsi de véritables mélanges réfrigérants : c'est ce qui arrive avec le sulfure de carbone et le formiate de méthyle, pour lesquels la variation de température atteint 16°. De tels mélanges ne sont jamais employés : ils sont trop coûteux, et la dissolution d'un sel (NO^3NH^4 par exemple) dans l'eau donne un effet réfrigérant plus énergique à bien meilleur compte.

J'ai pensé qu'on pouvait les utiliser, dans des conditions différentes, en profitant de ce qu'ils se prêtent à l'accumulation de l'effet frigorifique. Soient deux liquides qui se refroidissent en se mélangeant : les premières portions mélangées peuvent servir à refroidir séparément les portions suivantes; celles-ci à leur tour refroidiront les suivantes à un degré plus bas, et ainsi de suite, de telle sorte que la température ira sans cesse en baissant. Il suffira pour obtenir ce résultat d'appliquer le principe des échangeurs de température, ou récupérateurs de froid, c'est-à-dire d'introduire les deux constituants, par deux longs tubes, jusqu'au point où ils devront se mélanger, et d'obliger le mélange à refluer, à l'extérieur des deux tubes, sur toute leur longueur jusqu'à la sortie de l'appareil. La construction de cet appareil est très simple, car des tubes du plus petit diamètre (1^{mm}), qui se plient à toutes les formes, suffisent à laisser passer les très faibles quantités de liquides nécessaires (1 à 2 gouttes par seconde).

En choisissant des liquides convenables, on peut arriver ainsi à des températures assez basses. Le mélange le plus avantageux à tous les points de vue, parmi ceux que j'ai étudiés, est celui de sulfure de carbone et d'acétone. Ces deux liquides sont d'un usage courant; ils permettent d'arriver rapidement à la température de $-48°$, et la dépense en est très faible : elle a été, par exemple, dans une de mes expériences, de 100^{cm^3} de CS^2 et 70^{cm^3} d'acétone à l'heure pour maintenir une température de $-43°,5$

---

[1] Tommasi, *Formulaire physico-chimique*, p. 180. Les couples qu'indique Tommasi ne sont pas très avantageux; ceux que forme CS^2 avec l'acétone, les formiates et acétates de méthyle et d'éthyle, le méthylal, ou le pentane avec le formiate de méthyle, sont préférables.

dans un volume de 20^{cm^3}, protégé par un tube à double paroi argentée, la température extérieure étant de 22°. Il est facile d'ailleurs de régénérer les constituants en profitant de leur inégale solubilité dans l'eau, car il suffit d'agiter le mélange à trois reprises avec la moitié de son volume d'eau pour réaliser une séparation à peu près complète, qu'on achève par distillation.

Une fois réglés, les appareils construits sur ce principe permettent de maintenir pendant plusieurs heures une température à peu près constante, ce qui est difficile avec les mélanges réfrigérants ordinaires.

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des déplacements très petits au moyen de l'électromètre.* Note de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode de mesure électrométrique, à laquelle conduit naturellement le montage du micromanomètre électrostatique [1], est susceptible de rendre des services utiles pour l'étude des petits déplacements de translation.

Un plateau de condensateur plan A, se déplaçant suivant la normale à sa surface, en face d'un plateau fixe B relié à l'électromètre, constitue en effet un appareil amplificateur dont on peut faire varier immédiatement et continûment le facteur de multiplication entre 1 et $1\frac{1}{2}$ million ou plus encore : on peut agir sur la distance moyenne AB et sur le potentiel de charge V.

Le dispositif permet d'allier les facilités de lecture du levier optique et la sensibilité des méthodes interférentielles; il a l'inconvénient de faire intervenir une réaction (tensions électrostatiques) qui cesse d'être négligeable quand on cherche la haute sensibilité, mais qui est du moins très bien définie et facilement calculable. Il demande seulement deux plateaux métalliques bien planés, faciles à réaliser, et un électromètre; le voltage d'une batterie de petits accumulateurs est suffisamment constant pour permettre pratiquement l'emploi de l'appareil aux plus grandes sensibilités, sans condensateur étalon compensateur.

Avec un électromètre donnant 150^{cm} par volt sur une échelle à 350^{cm}, et des plateaux circulaires de $6^{cm},5$ de rayons écartés de 158^{μ} environ, on obtient, de façon très régulière et sûre, un déplacement de 150^{cm} du spot quand A, chargé à 176 volts, se déplace de $\frac{1}{1000}$ de millimètre, soit une multiplication par 1500000. On peut donc dépasser très nettement la sensibilité des méthodes interférentielles. La force électrostatique

---

[1] *Comptes rendus*, t. 151, p. 65.

totale sur A est alors de 7143 dynes, ou un peu plus de 7^g, elle diminue d'ailleurs comme V^2 et la sensibilité seulement comme V.

Si l'on veut se mettre à l'abri de variations possibles du voltage des accumulateurs et définir pour l'appareil un zéro toujours facile à retrouver, on fait le montage complet de la comparaison de deux coefficients d'induction électrostatique :

L'électromètre est relié en même temps à B et à l'armature isolée D d'un condensateur étalon CD. C est porté à un potentiel φ de signe opposé à celui de V et de grandeur telle qu'il y ait compensation quand A est dans la position choisie comme zéro. On prend V et φ aux bornes de deux résistances R et ρ convenablement réglées, en série sur un même courant I; on a toujours $\frac{V}{\varphi} = -\frac{R}{\rho}$. Les variations accidentelles de I ne changeront donc pas la compensation et n'influent que sur la sensibilité du montage [1].

PHYSIQUE. — *Purification électrique et conductibilité électrique de l'anhydride sulfureux liquéfié.* Note de M. **J. Carvallo**, présentée par M. E. Bouty.

Lorsqu'on établit entre deux électrodes de platine plongeant dans de l'anhydride sulfureux liquéfié pur et privé d'air, contenu dans un récipient scellé, une différence de potentiel constante V de l'ordre d'une centaine de volts, de manière à rendre négligeables les effets dus à la polarisation, le liquide est traversé par un courant I qui diminue avec le temps, d'abord rapidement, puis lentement, et tend vers une limite. On ne constate d'autre phénomène sur les électrodes qu'un léger brunissement de l'électrode négative, qui se produit dans les premiers instants. Qu'on inverse la tension, le courant subit d'abord une augmentation notable, puis diminue de nouveau. Ces variations de courant correspondent à une variation de la résistance spécifique du liquide sous l'action prolongée du courant. Il résulte de cette action une véritable purification chimique, analogue à celle constatée dans

---

[1] Le dispositif complet, ainsi monté, réalise une méthode de mesure des petits déplacements, par comparaison électrométrique de deux coefficients d'induction électrostatique. Elle présente un parallélisme complet avec la méthode de mesure par comparaison galvanométrique de deux coefficients d'induction électrodynamique proposé par M. Guillet (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 465), dont j'ai eu connaissance après avoir entrepris ces essais.

des conditions semblables par M. Jaffé ([1]), pour l'hexane et par M. Schröder ([2]) pour l'éther éthylique.

Un tube de verre scellé porte deux disques en platine de 2^{cm} de diamètre, parallèles et distants de $0^{cm},5$; il est rempli de SO^2 liquide pur privé d'eau et d'air. On constitue un circuit fermé, parfaitement isolé, en disposant en série ce tube, un galvanomètre Hartmann et Braun de sensibilité $1,395.10^9$, de faible résistance, et une batterie d'accumulateurs, de résistance négligeable, dont la force électromotrice, variable à volonté, peut être mesurée au moyen d'un voltmètre statique Carpentier. La résistance de la colonne liquide comprise entre les électrodes a alors pour valeur $R = \frac{V}{I}$.

Des expériences préliminaires m'avaient montré que, tant que V ne dépasse pas 200 ou 500 volts, le courant limite ne varie pas d'une façon simple en fonction de V : les phénomènes deviennent au contraire très réguliers, si l'on opère avec une tension voisine de 1000 ou 2000 volts et les courants limites atteints alors sont d'un ordre de grandeur beaucoup plus faible que ceux obtenus avec les tensions inférieures. Pour cette raison, le tube, nouvellement rempli, fut soumis pendant 15 jours à la tension constante de 2350 volts. L'intensité fut au début de 111.10^{-6} ampère et atteignit en 8 jours la limite $0,3.10^{-6}$ ampère. Durant cette période, la tension de 2350 volts fut interrompue à plusieurs reprises pendant à peu près une demi-heure et l'on y substitua des tensions différentes, en notant les valeurs correspondantes de I (ces interruptions ne troublent en rien la diminution progressive du courant sous 2350 volts). Pour chaque valeur de V, I prend dans ces conditions, après 2 ou 3 minutes, une valeur bien déterminée. On construit ainsi des courbes qui représentent $I = f(V)$ à différentes époques. Jusqu'à 100 volts, I suit sensiblement la loi d'Ohm ; à partir de cette tension il croît beaucoup moins vite que ne l'exigerait l'existence d'une résistance définie sans toutefois que les courbes $I = f(V)$ admettent d'asymptote horizontale. Quand le temps augmente, les courbes s'abaissent en conservant la même allure et tendent vers une limite. Le Tableau suivant donne, en microampères, les valeurs de I en fonction de V après 18 heures et 158 heures ; ces dernières valeurs sont très voisines des valeurs limites.

Tensions (volts)	0.	282.	470.	658.	940.	1310.	1700.	1880.	2350.	2820.	3760.
Courants après 18 heures	0	»	0,540	»	0,722	»	»	0,986	1,10	1,23	1,45
Courants après 158 heures	0	0,152	0,194	0,201	0,222	0,257	0,309	0,338	0,395	0,430	0,486

([1]) Jaffé, *Ann. der Phys.*, t. XXVIII, 1909, p. 326.
([2]) Schöder, *Ann. der Phys.*, t. XXIX, 1909, p. 125.

Cette courbe limite est très peu sensible aux variations de température. Enfin si, quand la limite est atteinte, on augmente V, I subit, vers 5000 volts, une très brusque augmentation, comme si l'on atteignait un régime disruptif. Qu'on rétablisse ensuite les 2350 volts, le courant conserve une valeur trois ou quatre fois plus forte que sa limite primitive à laquelle il revient en une dizaine d'heures.

Lorsque le régime limite est atteint, la résistance spécifique ρ, calculée d'après la relation $\rho = \frac{RS}{l}$ ($S = r^{cm^2}$, $l = 0,5$), a pour valeur :

Sous 100 volts..................	$7,6.10^9$ ohms : cm
Sous 2350 volts.................	$4,9.10^{10}$ »
Sous 4000 volts.................	$5,0.10^{10}$ »

tandis qu'au début de l'établissement des 2350 volts, ρ était, sous cette même tension, égal à $1,67.10^8$ ohms : cm. Le nombre limite $7,6.10^9$, correspondant aux bas voltages, est près de 700 fois supérieur à la valeur $1,11.10^7$ trouvée par MM. Walden et Centnerzwer [1] en employant la méthode de Kohlrausch.

En résumé, l'anhydride sulfureux déjà très pur est encore considérablement purifié par le passage d'un courant prolongé et sous haute tension. Sa conductibilité limite suit, non pas la loi d'Ohm, mais des lois qui rappellent celles de la conductibilité des gaz.

Je cherche à préciser ces lois pour tenter d'en déduire la nature et l'origine de cette conductibilité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers nitreux de la cellulose.* Note de MM. **Paul Nicolardot** et **Georges Chertier**, présentée par M. Paul Vieille.

Quand on dose l'azote dans les cotons-poudres ou les collodions par le procédé de M. Schlœsing et par le nitromètre de M. Lunge, on trouve, même après avoir effectué toutes les corrections, une différence variable, mais toujours de même sens ; la teneur en azote obtenue par la première méthode est supérieure à celle indiquée par le nitromètre. Ce fait, déjà signalé, nous a conduits à rechercher si cet écart était dû à la présence de composés très stables, qui résisteraient à l'action de l'acide sulfurique ou

---

[1] Walden et Centnerzwer, *Zeit. f. Phys. Chem.*, t. XXXIX, 1901, p. 514.

à des éthers nitreux qui seraient détruits immédiatement par l'acide sulfurique, lors de leur dissolution préalable dans cet acide.

Jusqu'ici, l'existence des éthers nitreux dans les celluloses nitrées, soupçonnée par quelques chimistes, a été niée par d'autres. La préparation de ces éthers nitreux est, en effet, difficile. Il en est d'ailleurs de même de celle des nitrites des polyalcools, dont nous avons entrepris l'étude.

Avec le coton, il nous a été impossible d'obtenir des éthers nitreux. Quand on fait passer des vapeurs nitreuses sur du coton en suspension dans l'eau, on obtient un produit contenant de 0,5 à 0,8 pour 100 d'azote nitrique et des traces seulement de composés analogues aux éthers nitreux. Sur le coton sec, l'action des vapeurs nitreuses est plus curieuse, il y a décoloration complète du gaz, il se dégage du bioxyde d'azote et le coton est fortement oxydé ([1]). Après lavage, le coton dont le poids a diminué ne renferme plus que de faibles traces d'azote. En essayant sur le coton l'action des vapeurs nitreuses, en présence d'un nitrite alcoolique, on n'obtient encore aucun résultat. 10^{g} de coton très finement divisé ont été mis en digestion pendant 12 heures, à la température ordinaire, dans un mélange de 150$^{cm^3}$ d'alcool à 96° et de 60$^{cm^3}$ de nitrite d'éthyle auquel on a ajouté une solution d'acide chlorhydrique dans l'alcool; ils ne paraissent pas être transformés. La teneur en azote total n'est que de 0,125 pour 100.

Nous avons essayé alors l'action des vapeurs nitreuses sur le coton en milieu acétique pour éviter de détruire par l'emploi d'un acide énergique, comme l'acide sulfurique, les nitrites au fur et à mesure de leur formation. Pour éliminer l'eau qui pourrait saponifier ces nitrites, on ajoute, dès que le liquide devient bleu, quelques gouttes d'anhydride acétique. A 50°, l'oxydation du coton est très rapide; en refroidissant, l'oxydation est ralentie, mais il ne se forme pas d'éthers nitreux.

Ce procédé de nitrosation a été appliqué alors à diverses sortes de celluloses. La ramie s'oxyde moins facilement que le coton et fournit des produits dont la teneur en azote est :

	Procédé de M. Schlœsing.	Procédé Crum (nitromètre de M. Lunge).
N pour 100...............	2,5	Néant

Dans les mêmes conditions, la soie de viscose fournit une bien plus grande proportion de ces composés; mais il y a en même temps oxydation ([2]), nitro-

([1]) Au bout d'une heure, 10^{g} de coton sec soumis à l'action des vapeurs nitreuses à 40° ont fourni 8^{g} de coton à peine nitré et des produits d'oxydation, parmi lesquels des acides, tels que les acides oxalique, oxypyruvique, etc.

([2]) Parmi les acides formés se trouve probablement de l'acide tartronique.

sation et acétylation de la viscose. Les mêmes phénomènes se reproduisent avec la moelle de sureau, la pâte de bois, le liège lavé, etc. Des essais sur l'amidon nous ont montré que la proportion des dérivés acétylés devenait plus importante.

Pour éviter la formation de composés aussi complexes, nous avons préféré traiter la viscose par les vapeurs nitreuses en milieu nitrique. Avec un acide étendu on obtient en grande quantité des éthers nitreux, mais mélangés avec des éthers nitriques à faible teneur en azote :

	Procédé de M. Schlœsing.	Nitromètre de M. Lunge.
N pour 100	3,0	0,5

Avec un acide nitrique plus riche (1,5 environ) on prépare, avec un rendement moindre, des mélanges d'éthers nitreux et nitriques. Mais ces éthers nitriques sont solubles dans l'acétone et peuvent être séparés des nitrites qui y sont insolubles. Ces composés, débarrassés des éthers nitriques, sont bien des éthers nitreux. Saponifiés par les alcalis ils fournissent des nitrites alcalins et l'on peut obtenir, par exemple, un précipité de nitrite double de cobalt et de potassium.

Propriétés. — Les éthers nitreux de la cellulose sont de couleur généralement grise; gélatineux quand ils sont humides, ils sont très cassants une fois desséchés et se pulvérisent alors très facilement. Ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acétone, le chloroforme, l'acétate d'éthyle.

Leur teneur en azote est toujours faible (2,5 pour 100 au maximum). Les éthers plus riches en acide nitreux sont sans doute trop instables ou perdent rapidement leur azote, même à la température ordinaire. La perte en azote des éthers que nous avons isolés, sensible à la température ordinaire, est accélérée par l'action de la chaleur. Les produits de décomposition sont jaunes, très friables et extrêmement acides [1]. Si les nitrites de cellulose sont au contact d'alcools méthylique, éthylique, amylique, etc., ils les oxydent en perdant leur azote et fournissent des aldéhydes et même des acides. L'alcool méthylique est oxydé à la température ordinaire, assez rapidement; avec les homologues supérieurs, il est nécessaire d'attendre

[1] Cette décomposition spontanée des nitrites alcooliques est, à l'intensité près, un caractère commun à tous ces éthers, même les plus stables : nitrite d'éthyle, d'amyle. Les nitrites de glycérine sont tellement instables qu'il est impossible de les isoler. Il se produit un dégagement gazeux considérable.

plus longtemps et d'opérer à température d'autant plus élevée que le poids moléculaire de l'alcool est plus considérable.

Les éthers nitreux sont saponifiés lentement par l'eau à la température ordinaire et complètement après 12 heures d'ébullition. Les acides concentrés (SO^4H^2, NO^3H, ClH), sauf l'acide acétique, les saponifient à froid. L'acide acétique ne les attaque que partiellement vers 50°. C'est sur cette action particulière de l'acide acétique que nous avons établi une méthode de recherche et même de dosage de ces éthers nitreux, qui, dans certaines conditions, apparaissent dans les nitrocelluloses préparées avec le coton et sont pour elle une cause de rapide détérioration.

On comprend pourquoi ces éthers nitreux ne réagissent pas au nitromètre; la dissolution préalable dans l'acide sulfurique les détruit; on voit d'ailleurs des bulles gazeuses se dégager et même la cellulose charbonner.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un monstre humain acéphale.* Note de MM. **Magnan** et **Perrilliat**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lors d'un accouchement gémellaire au cours du septième mois, nous avons observé un cas très rare de tératologie. Le premier enfant qui est normal pèse 1800g. Le second fœtus, du sexe masculin, est un monstre pesant 1700g et mesurant 25cm de long [1]. Il a la forme d'une masse globuleuse; on dirait un ventre distendu au bas duquel s'allongent deux jambes présentant des malformations.

Le fait caractéristique est l'absence de la tête et des bras. Au milieu de la face ventrale se place une bourse gaufrée qu'un pédoncule relie à la peau; au-dessus de cette bourse ont poussé quelques cheveux. Toutes les articulations des membres inférieurs sont normales. Le pied droit, simple moignon, où s'implantent quatre doigts, se renverse au dehors; le pied gauche, tourné en dedans, prend la forme d'une coque de navire et ne porte qu'un seul doigt.

Au milieu de la masse globuleuse du monstre, se trouve un corps en miniature sur lequel on distingue une colonne vertébrale, une cage thoracique et un bassin. Là encore la tête et les membres antérieurs font complètement défaut. Ce tronc minuscule qui

[1] Ce monstre est conservé dans la collection de M. le Professeur Pinard, à la clinique Baudelocque.

mesure 9^cm^ de long adhère par ses faces ventrale et dorsale à la peau du monstre, épaisse de 1^cm^ et lardacée. Il baigne sur les côtés et à sa partie supérieure dans le liquide ascitique d'un sac fortement sacculé par de nombreuses cloisons et qui l'enserre en fer à cheval. Au-dessous de la cage thoracique se logent les replis d'un intestin long de 23^cm^, s'ouvrant à sa partie inférieure par un anus et terminé à sa partie supérieure par un cul de sac. A 15^cm^ de l'anus s'ouvre l'appendice et, à 3^cm^ du cul-de-sac, s'allonge un cœcum qui nous semble l'ébauche non différenciée du pancréas. Près de ce cœcum débouche le canal cholédoque d'un foie en forme de cœur à pointe dirigée vers le haut et qui repose à l'intérieur de la cage thoracique sur un tissu spongieux verdâtre.



Un fait important à noter est l'absence du cœur. Cette anomalie, jointe à la non-existence des reins, des poumons, de l'estomac et de l'œsophage a modifié le système circulatoire en le simplifiant. La circulation y était sans doute assurée, à travers le placenta commun, par le cœur du fœtus jumeau.

Le squelette serait normal sans le manque de la ceinture scapulaire, des sept vertèbres cervicales et de la tête. Le système nerveux central, dégénéré et rempli de sérosité, communiquait au dehors à sa partie inférieure par une fissure spinale.

Cette monstruosité semble due à une prolifération de l'ectoderme au

début du développement. Un sac s'est formé qui, parti du milieu du dos, est venu enserrer la partie céphalique de l'embryon, l'empêchant de se développer. La bourse gaufrée qu'on voit sur la face ventrale du monstre constitue la fermeture de ce sac qui n'est pas sans analogie avec le manteau des Tuniciers ou le sac péribranchial de l'*Amphioxus*. L'avortement de la tête a amené d'autres complications telles que l'absence du cœur, de la partie antérieure du tube digestif. Une telle constitution empêchait ce monstre qui a cependant survécu quelques secondes à son expulsion de prétendre à la vie humaine.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur les bacilles tuberculeux et sur la tuberculine.* Note de Mme V. **Henri-Cernovodeanu**, MM. **Victor Henri** et **V. Baroni**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note antérieure [1] nous avons montré que les bacilles tuberculeux perdent la réaction de l'acido-résistance après l'exposition aux rayons ultraviolets; ce fait nous a conduits à entreprendre l'étude de l'action des rayons ultraviolets sur les propriétés biologiques des bacilles tuberculeux, ainsi que sur la tuberculine.

Déjà en 1890 Koch avait montré que les bacilles tuberculeux sont détruits par la lumière solaire; un grand nombre d'auteurs étudièrent ensuite l'action de cette lumière sur ces microbes. S. Bang en 1904 étudia au laboratoire de Finsen l'action des rayons émis par l'arc au charbon et concentrés avec un système de lentilles en quartz sur les bacilles tuberculeux.

Technique. — Comme source de rayons ultraviolets nous avons employé la lampe à vapeur de mercure en quartz.

On préparait une émulsion très opalescente de bacilles tuberculeux bovins, auss homogène que possible, en prenant environ un quart d'une culture d'un mois sur pomme de terre, en la triturant dans un mortier avec 20^{cm^3} d'eau physiologique et en la filtrant sur papier; un test formolé était gardé pour obtenir dans toutes les expériences la même opalescence.

2^{cm^3} de cette émulsion étaient placés dans un tube en quartz horizontal, à col étranglé, qui tournait autour d'un axe horizontal à 15^{cm} sous la lampe; cette technique, qui nous

---

[1] Mlle Cernovodeanu et M. Victor Henri, *Action des rayons ultraviolets sur les micro-organismes. Étude microchimique* (*Comptes rendus*, 14 mars 1910).

a été indiquée par M. Borrel, est très commode pour exposer pendant longtemps des solutions opalescentes.

Après l'exposition pendant une certaine durée, qui a varié de 10 secondes à 180 minutes, on étudiait les bacilles soit *in vitro*, en ensemençant tout le contenu du tube de quartz dans une série de tubes de pommes de terre, soit *in vivo* en inoculant 0cm³, 25 sous la peau à des cobayes.

Les expériences avec la tuberculine étaient faites avec la tuberculine préparée par M. Borrel (bouillon concentré d'une culture, précipité par l'alcool et desséché dans le vide); nous avons opéré toujours avec une solution à 1 pour 100 de cette tuberculine dans l'eau physiologique, elle était de couleur jaune clair.

Cette tuberculine était injectée soit dans le cerveau à la dose de 0cm³, 25, soit dans la veine jugulaire à la dose de 2cm³, à des cobayes tuberculeux de 4 à 10 semaines.

L'ensemble des expériences a porté sur 310 cobayes.

RÉSULTATS. — 1° *Après une exposition de courte durée les bacilles tuberculeux sont atténués :* il y a d'une part un retard notable dans la production de tuberculose chez les cobayes et d'autre part un retard dans l'apparition de la culture.

2° *Après une durée plus grande les bacilles tuberculeux sont détruits.*

Voici quelques exemples numériques :

Expériences du 25 mars 1910.

Nombre de jours écoulés :	Témoin.	Secondes. 30.	Minutes. 1.	2.	5.	10.	20.	30.	60.	120.	180.
Avant l'apparition des ganglions........	8	24	34	42	56	0	0	0	0	0	0
Avant la mort.......	36	107	128	158	vit le 210e	0	0	0	0	0	0

Expériences des 14-17 juin 1910.

Inoculations de :	Tuberculeux.	Ganglions après (jours) :	Au bout de (jours) :
16 cobayes témoins..................	16	10 à 15	40 à 60 morts
16 cobayes avec bac. tub. 1m. R.U.V...	5	44 à 75	130 vivants
16 » » 5m. R.U.V...	2	42	130 vivants
16 » » 10m. R.U.V...	0	»	» »

On voit que dans les conditions de nos expériences une durée d'exposition de 1 minute produit un retard dans l'apparition de la tuberculose, et ce n'est qu'après 10 minutes d'action que les bacilles sont détruits. Le retard

n'est pas dû à une diminution du nombre des germes, comme le montrent des expériences faites avec une série de dilutions jusqu'à $\frac{1}{100000}$ de l'émulsion employée; chez tous ces cobayes, la tuberculose apparaît au même moment.

Pour les expériences *in vitro* on constate un retard dans l'apparition de la culture et une diminution de germes déjà après 10 secondes d'exposition; les bacilles exposés 3 minutes et plus ne poussent pas sur pomme de terre.

Pour avoir une comparaison avec le *coli* nous avons exposé, dans des conditions identiques, une émulsion opalescente de *coli*. La destruction a été obtenue environ en 1 minute.

3° *La tuberculine exposée aux rayons ultraviolets ne donne plus aucune réaction chez le cobaye tuberculeux.*

La durée d'exposition nécessaire doit être très longue; dans nos expériences, sous une épaisseur de 2^{mm} à 3^{mm} avec agitation, il fallait environ 5 heures. Cette résistance de la tuberculine aux rayons ultraviolets est bien supérieure à celle du *coli* et du bacille tuberculeux, puisque le *coli* exposé dans la même solution de tuberculine est détruit en moins de 15 minutes.

La solution de tuberculine, chauffée à 134° pendant 30 minutes, conserve ses effets.

4° *La tuberculine exposée dans le vide est détruite beaucoup plus lentement que celle exposée dans l'air.*

L'ensemble de ces résultats nous a conduits à entreprendre des expériences d'immunisation avec les bacilles et la tuberculine exposés aux rayons ultraviolets.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des nitrates dans la fermentation alcoolique.* Note de MM. A. **Fernbach** et A. **Lanzenberg**, présentée par M. E. Roux.

Après les recherches anciennes et contradictoires de Ad. Mayer (*Untersuchungen über die alkoholische Gärung*, 1869) et de Dubrunfaut (*Comptes rendus*, t. LXXIII, 1871, p. 263), les seules expériences précises sur la valeur alimentaire comparée des sels ammoniacaux, des nitrates et des nitrites pour la levure ont été faites par Émile Laurent (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1889). En cultivant la levure dans un milieu minéral sucré renfermant par litre 1^g d'azote sous ces diverses formes, et en pesant les récoltes au bout de 70 jours,

il a été amené à conclure des chiffres obtenus que la levure préfère les sels ammoniacaux aux nitrates et qu'elle ne peut se développer en présence des nitrites. La possibilité d'une réduction des nitrates à l'état de nitrites, vérifiée dans quelques cas par Laurent, a suffi pour faire admettre l'opinion générale, reproduite dans tous les ouvrages, de la nocuité des nitrates dans la fermentation.

Il nous a paru utile de reprendre la question en étudiant séparément l'influence des nitrates sur les deux fonctions physiologiques essentielles de la levure, sa multiplication et son activité, dans un milieu particulièrement favorable. Nous nous sommes servis de moût de bière préparé avec de l'eau distillée, après nous être assurés de l'absence de nitrates.

Nous avons d'abord constaté, en ensemençant avec une trace de levure une série de ballons renfermant du moût additionné de doses de nitrate de potassium croissant de 0 à 2 pour 100, que c'est en présence de la dose la plus forte que la fermentation se déclare le plus tôt, bien que finalement la quantité d'alcool formé soit partout la même.

Ainsi, au troisième jour après l'ensemencement d'une levure haute de brasserie, nous avons trouvé les chiffres suivants pour l'alcool formé :

	Témoin	Avec nitrate de potassium pour 100.					
	sans nitrate.	0,1.	0,3.	0,5.	0,75.	1.	2.
Alcool formé.....	0,6	0,5	0,6	0,74	0,6	0,5	1,32

Cette observation est en contradiction formelle avec le préjugé d'un rôle nocif des nitrates.

En répétant l'expérience avec d'autres levures, nous avons toujours observé soit un départ plus rapide de la fermentation en présence de fortes doses de nitrate, soit pour le moins l'innocuité de ces doses.

En présence de ces résultats, nous avons recherché d'abord si le nitrate de potassium influe sur l'action de la zymase de la levure.

A cet effet, nous avons introduit 1g de levure pressée dans une série de fioles semblables, renfermant 40^{cm^3} d'une solution de saccharose à 10 pour 100 et des doses croissantes de nitrate de potassium. Toutes ces fioles, surmontées d'un barboteur à acide sulfurique, ont été placées dans un bain-marie à 30°. On les a pesées exactement au début de l'expérience, puis toutes les demi-heures pendant 3 heures. La perte de poids mesure l'acide carbonique dégagé. Voici l'une de nos expériences, faite avec de la levure pressée du commerce (levure Springer) :

CO^2 *dégagé en milligrammes.*

	Témoin sans nitrate.	Nitrate de potassium pour 100. 0,2.	0,6.	1,0.	2,0.	4,0.
Première demi-heure..	20	20	20	25	25	35
Deuxième demi-heure..	55	60	55	65	70	75
Troisième demi-heure..	70	80	95	110	105	110
Quatrième demi-heure.	80	65	90	80	90	95
Cinquième demi-heure.	70	80	95	110	110	105
Sixième demi-heure...	75	60	65	105	100	115
Totaux pour 3 heures.	370	365	420	495	500	535

On voit qu'il y a une action favorisante très nette, mais qu'elle ne commence à se faire sentir pour cette levure qu'en présence d'une dose de nitrate voisine de 5g par litre et qu'elle n'est très marquée que pour des doses massives. La dose optima varie avec la nature de la levure, mais pour toutes les levures sur lesquelles nous avons expérimenté, le nitrate de potassium active nettement le fonctionnement de la zymase.

Les nitrates agissent-ils sur la vitalité de la levure?

Pour le savoir, nous avons ensemencé un nombre connu et toujours le même de cellules de levure dans une série de ballons contenant du moût de bière additionné de doses connues et croissantes de nitrate. Au bout du même temps, on a fait, par la méthode des plaques, le dénombrement des cellules vivantes contenues dans des volumes égaux du liquide de chacun des ballons. Voici les chiffres d'une expérience donnant les nombres *relatifs* de cellules de levure :

	Au moment de l'ensemencement.	Nombre de cellules après 3 heures.	6 heures.	22 heures.
Témoin sans nitrate	4	24	36	1440
0,2 pour 100 nitrate de K.........	4	27	32	880
0,6 pour 100 nitrate de K.........	5	26	26	944
1,0 pour 100 nitrate de K.........	4	22	24	960
2,0 pour 100 nitrate de K.........	5	27	26	460
4,0 pour 100 nitrate de K.........	5	23	18	100

Ces chiffres prouvent que la présence de nitrates gêne manifestement la multiplication de la levure, d'une manière d'autant plus marquée que la dose est plus forte.

Action favorisante pour la zymase, nuisible pour la multiplication, tel est en somme le bilan de nos résultats. Nous trouvons ainsi un exemple de plus de la nécessité, sur laquelle E. Duclaux a tant de fois insisté, de distinguer, dans l'étude des influences que peut subir la cellule de levure, le végétal et la source de zymase qui se superposent chez elle. Peut-être cette notion fondamentale est-elle applicable aux recherches de la microbiologie générale, les circonstances favorables à une forte récolte de cellules vivantes ne coïncidant pas fatalement avec le rendement maximum en principes actifs (diastases, toxines).

PARASITOLOGIE. — *Influence des réactions physiologiques des Glossines sur le développement salivaire et la virulence des trypanosomes pathogènes.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E. Roux.

Dans un précédent travail j'ai essayé de montrer comment, le siège essentiel du développement des trypanosomes chez les Glossines étant le milieu salivaire, toute modification physiologique de ce milieu, sous l'influence des conditions de vie des Glossines, devait retentir indirectement sur les flagellés qui peuvent y évoluer. J'ai par suite émis l'hypothèse, pour expliquer la localisation géographique des virus, d'une adaptation de ces derniers à certaines races particulières de Glossines, caractérisées par des propriétés spéciales de leur salive et conditionnées par les influences géographiques.

Envoyé par l'Institut Pasteur en mission au Dahomey, j'y ai réalisé différentes expériences qui confirment cette manière de voir, en opérant sur *Gl. palpalis* et l'agent de la *Souma* soudanaise, *Tr. Cazalboui*. Ce virus est celui qui se prête le mieux aux expériences, et dont l'évolution salivaire est la plus typique en raison de l'absence de tout phénomène de culture intestinale.

A. Action de l'air sec [1]. — *Expérience I.* — 12 *Gl. palpalis* prises dans la nature sont mises à *deux* pastilles à partir du 11 avril au matin. Elles piquent les 11 au soir, 12, 13, 14 matin et soir le cabri-virus (tr. = nombr.); du 18 au 20 le cabri neuf 32. Examen des mouches le 9e jour : $\frac{0}{12}$ infectée. Le cabri ne s'infecte pas.

Expérience II. — 8 mouches prises dans la nature sont nourries les 2 et 3 mai sur

(1) Pour ces expériences, les Glossines ont été placées en cages dans des cristallisoirs, fermés par un couvercle de verre non rodé, d'une capacité de 2l et contenant un nombre variable de pastilles de potasse de 0g,5 environ.

cabri-virus (tr. = t. nomb.), *puis* placées à *une seule* pastille. Elles piquent ensuite tous les jours le cabri neuf 32. Examen le 9ᵉ jour : $\frac{4}{8}$ infectées. *Le cabri piqué ne s'infecte pas.*

Expérience III. — 15 mouches prises dans la nature sont mises à *deux* pastilles le 13 mai, *après* deux jours de repas sur cabri-virus. Elles piquent le cabri neuf 32 à partir du 29 (quinzième jour). Examen du 3 au 27 juin : $\frac{3}{15}$ infectées. Le cabri 32, épargné des expériences antérieures, s'infecte le 9 juin, meurt le 23.

On considérera comme *témoins* les deux expériences suivantes réalisées aux mêmes époques, dans les conditions normales :

A. 12 mouches prises dans la nature et nourries le 6 avril (un seul jour) sur cabri-virus, sont examinées du 6ᵉ au 9ᵉ jour : $\frac{8}{12}$ infectées. 4 cabris piqués s'infectent en 9 à 12 jours.

B. 9 mouches nées au laboratoire, nourries les 2 et 3 mai sur cabri-virus, sont examinées de 6 à 8 jours plus tard : $\frac{8}{9}$ infectées. 2 cabris piqués s'infectent en 11 à 19 jours.

La comparaison des résultats montre l'influence très nette exercée sur le développement salivaire des parasites par une modification légère, mais *brusque* des conditions biologiques des mouches, peu de temps avant ou après les repas infectants.

Les deux expériences suivantes ont été instituées pour apprécier l'action d'une modification du milieu s'exerçant pendant un temps plus long, avant le repas infectant :

Expérience IV (témoin). — 10 mouches nées au laboratoire sont placées à 3 pastilles à partir du 4 juillet. Les 7 et 8 elles sont nourries sur cabri-virus, puis placées à 6 pastilles ([1]). Elles piquent les 18 et 19 le cabri neuf 26 ; les 27 et 28, le cabri neuf 27. Examinées le 27 (25ᵉ jour) : $\frac{1}{10}$ infectée (infection légère de l'hypopharynx seul).

Les deux cabris piqués font une maladie *chronique*.

Expérience V. — 6 mouches nées au laboratoire de pupes mises à 3 pastilles, depuis leur formation, sont nourries les 7, 8 et 9 juillet sur cabri-virus, et placées à 6 pastilles. Elles piquent les 18 et 19 le cabri neuf 25 ; les 27 et 28, le cabri neuf 28. Examinées le 29 : $\frac{4}{6}$ infectées.

Les deux cabris piqués font une maladie *exceptionnellement sévère*.

Ces deux expériences qui se complètent montrent que, si l'action modificatrice intervient quelques jours seulement avant le repas infectant (expé-

---

([1]) L'humidité plus grande en saison des pluies nécessite ici un plus grand nombre de pastilles de potasse, que les mouches supportent parfaitement comme dans toutes les autres expériences.

rience IV); le milieu salivaire devient rapidement peu propre à la fixation des parasites. Si l'action modificatrice s'exerce pendant de longs jours sur les mouches avant le repas infectant (expérience V), ce milieu redevient favorable à l'évolution des parasites : *L'accoutumance des mouches se traduit par un retour du liquide salivaire aux conditions qui permettent la fixation et l'évolution des trypanosomes.*

B. Action de l'humidité. — *Expérience VI.* — 8 mouches prises dans la nature sont placées, le 11 avril, en air saturé jour et nuit. Repas sur cabri-virus les 11, 12, 13, 14 avril. A partir du 18, les mouches piquent le cabri neuf 32 tous les jours. Examen le 9ᵉ jour : $\frac{1}{8}$ infectée. Le cabri 32 ne s'infecte pas.

Expérience VII. — 15 mouches prises dans la nature sont placées en air saturé et nourries sur cabri-virus les 11 et 12 août. Examen le 24 : $\frac{1}{15}$ infectée.

L'action de l'humidité intense se fait donc sentir également d'une manière appréciable.

Ces expériences se complètent par l'étude des variations saisonnières du pourcentage d'infection chez les mouches, suivant celles de l'état hygrométrique.

En saison sèche (moyenne < 70 pour 100) la proportion des trompes infectées pour un seul jour de repas infectant se montre de 66 pour 100 (taux de l'expérience A).

En saison pluvieuse (moyenne > 80 pour 100 dans les conditions du laboratoire) la proportion dans mes diverses expériences s'abaisse à 12 pour 100. Elle se rapproche de celle obtenue à Brazzaville dans mes expériences antérieures.

Modifications de la virulence. — Les modifications brusques du milieu n'agissent pas seulement en diminuant les chances de développement des parasites, mais aussi leur virulence.

Dans les expériences II et VI, le cabri, piqué tous les jours jusqu'au neuvième par des mouches contaminées, ne s'est pas infecté. Il y a eu au moins retard dans les manifestations de la virulence des flagellés chez les mouches, le délai d'incubation normal étant de 6 jours. Ce délai pourra donc varier suivant les climats (9 jours dans l'Ouganda, d'après Bruce et ses collaborateurs).

Dans l'expérience IV, le cabri 26, piqué le 10ᵉ jour, s'infecte le 30 juillet. Il fait une affection à marche lente et, contaminé ultérieurement de *dimorphon*, meurt le 17 septembre. Le cabri 27, infecté le 11 août, fait également une affection chronique. Il vit encore actuellement.

Au contraire, dans l'expérience V des mouches *accoutumées* à l'air sec, les deux cabris piqués meurent très rapidement en 4 et 8 jours.

Dans le premier cas, la virulence des parasites qui ont pu réussir à subsister chez une des mouches est devenu très faible. Elle a été accrue, par contre, d'une façon extrême chez les mouches de la seconde expérience.

Ces faits montrent à quel point les réactions physiologiques des Glossines retentissent sur leurs parasites. Il faut comprendre que la démonstration faite pour un virus doit s'appliquer à tous les autres. Les trypanosomes sont adaptés à certaines conditions de la salive des mouches qui varient suivant les influences physiques extérieures : ce sont ces influences qui rendent ou non possible le développement d'un même virus chez une même espèce de Glossine, et limitent par suite son extension géographique. Au point de vue pratique, on peut espérer trouver dans le *débroussaillement* le moyen scientifique de réaliser ces modifications artificielles de la salive des mouches qui doivent constituer la base rationnelle et féconde des luttes contre les trypanosomes. C'est une forme nouvelle de la raison utilitaire de cette importante mesure d'action.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude biologique des Chermes* (1). Note (2) de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

1. J'ai continué cette année mes observations comparatives portant, d'une part, sur le *Chermes* (*Pineus*) *pini* se multipliant indéfiniment par parthénogenèse dans nos forêts sur le Pin sylvestre et, d'autre part, sur le *Chermes pini* (*orientalis*) issu des *migrantes alatæ* qui éclosent des galles sur *Picea orientalis*. Mes nouvelles observations précisent les résultats que j'avais précédemment obtenus. Quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place (air libre ou serre), on obtient, avec la race indigène, une quantité d'ailés sexupares émigrant sur l'Epicéa tout à fait minime par rapport à celle des ailés virginipares (*exules alatæ*) restant sur le Pin sylvestre.

Au contraire, avec les descendants directs des galles sur *Picea orientalis*, on obtient une quantité considérable d'ailés sexupares émigrants et une proportion insignifiante d'ailés virginipares sédentaires. Conformément à

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 10 octobre 1910.

(2) Présentée dans la séance du 17 octobre 1910.

la présomption de Cholodkowsky, une race biologique spéciale et indigène du *Chermes pini* existe donc dans nos forêts et, bien que la génération sexuée rudimentaire n'aboutisse pas sur notre Epicéa indigène et que je n'aie pu obtenir en captivité la production de fondatrices sur le *Picea orientalis*, il convient d'attendre encore le résultat d'une expérience en forêt telle que celle que j'ai instituée depuis 2 ans, pour savoir si cette race indigène est encore capable de donner une génération sexuée effective sur le *Picea orientalis* et de se convertir par suite en la race orientale.

2. Les ailés virginipares (*exules alatæ*) et les sexupares du *Pineus pini*, malgré leur grande ressemblance, sont, au moins pour une grande partie d'entre eux, prédestinés, au moment de l'éclosion, à l'une ou à l'autre des deux directions qu'ils doivent prendre. En effet, au point de vue morphologique, les ailés virginipares sont, en moyenne, un peu plus gros que les sexupares, bien que la taille maxima des sexupares soit supérieure à la taille minima des ailés virginipares ; les glandes tégumentaires offrent des facettes glandulaires généralement plus nombreuses chez les *exules alatæ* que chez les sexupares ; enfin, et ce caractère m'a paru le plus important, le nombre des gaines ovigères est généralement plus élevé chez les premiers : chez eux ce nombre est rarement inférieur à 4 et s'élève très souvent à 5 ou 6, tandis qu'il est souvent de 3 et même parfois de 2 chez les sexupares. Mes observations ayant été faites aussitôt après la fixation des ailés virginipares et des sexupares, on ne peut admettre, comme j'avais cru d'abord pouvoir le faire, que cette différence soit due à une régression des gaines ovigères, plus rapide lorsque l'Insecte s'est fixé sur l'Epicéa que lorsqu'il est resté sur le Pin, et l'on doit, au contraire, en conclure que les individus présentant une taille au-dessous de la moyenne et portant un nombre de gaines ovigères inférieur à 4 ont, pour la majorité d'entre eux, une tendance à émigrer sur les Épicéas et à y produire une génération sexuée, tandis que les ailés répondant au signalement inverse sont, en général, prédestinés à rester sur le Pin et à y produire des individus parthénogénétiques.

Il est à remarquer, d'autre part, que les individus de petite taille et à gaines ovigères peu nombreuses présentent aussi, au moment de leur éclosion, des œufs qui sont en moyenne moins avancés dans leur développement et moins chargés de vitellus que ceux des individus de grande taille et à gaines ovigères nombreuses examinés dans les mêmes conditions. On est ainsi conduit à admettre que le fait d'accumuler des réserves plus abon-

dantes entraîne chez l'ailé un instinct sédentaire en même temps que sa détermination comme virginipare (*exul alata*).

Entre le groupe d'individus destinés à se comporter en *exules alatæ* et celui des individus destinés à se comporter en sexupares, on peut se demander s'il n'existe pas un groupe d'ailés indifférents et non prédestinés à l'une ou à l'autre des deux directions, groupe qui correspondrait, d'une façon plus ou moins complète, aux ailés dont les caractères morphologiques sont intermédiaires et ne fournissent aucune base pour les classer dans les sexupares plutôt que dans les virginipares. Le fait est probable, mais sa démonstration expérimentale directe, qui paraît d'une réalisation fort difficile, n'a pas encore été fournie.

HYGIÈNE. — *Sur la stabulation des huîtres en eau filtrée* [1]. Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. Henneguy.

De tous les moyens préconisés pour éviter les fâcheux effets qui résultent de l'ingestion d'huîtres engraissées dans des milieux contaminés, le séjour de celles-ci en eau pure pendant un temps suffisant avant leur utilisation semble incontestablement le plus rationnel et le plus simple. L'impossibilité où nous nous trouvons de concilier les exigences de l'exploitation ostréicole et le souci de la santé publique m'a cependant contraint à écarter, pour la plupart des cas, la stabulation dans les eaux du large, préconisée par beaucoup d'hygiénistes, et à proposer l'emploi de bassins alimentés d'une eau filtrée assez fréquemment renouvelée pour assurer l'évacuation complète aussi bien du liquide de la cavité palléale des Mollusques destinés à la consommation que des matières contenues dans leur appareil digestif.

Il était permis toutefois de se demander si le séjour, pour si bref qu'il dût être, dans une eau dépourvue de particules alimentaires, ne nuirait pas aux qualités de l'huître, en diminuant son embonpoint, son poids et, par conséquent, sa valeur marchande.

---

[1] Ces expériences ont été instituées sur la demande de M. le Sous-Secrétaire d'État à la Marine pour éclairer la Commission d'assainissement des établissements ostréicoles nommée par lui.

Pour répondre à ces questions j'ai institué au Laboratoire de Concarneau les expériences suivantes :

Une série de cinq vases en verre bitubulés de 35^{cm} de diamètre et de 40^{cm} de hauteur, se déversant l'un dans l'autre et contenant, sur 25^{cm} d'épaisseur, des couches de gravier et de sable de finesse croissante, constitue uu appareil à filtration fractionnée par lequel passe l'eau d'un des réservoirs du laboratoire à raison d'un peu moins de 2^{l} par minute. Sous ce débit, l'eau filtre absolument limpide et n'abandonne sur le fond de marbre des aquariums aucun dépôt appréciable, même au bout de plusieurs jours de fonctionnement de l'appareil. Elle peut donc être considérée, non comme bactériologiquement stérile, mais comme débarrassée des matériaux qui constituent l'aliment habituel des huîtres sur les parcs d'engraissement.

Vingt-cinq huîtres grasses, bien brossées, pesant ensemble 1484^{g} sont déposées le 20 août dans un bac alimenté par le courant provenant de l'appareil et y sont laissées en observation. Dès le second jour, le fond du bac se trouve garni de nombreuses déjections, d'un brun verdâtre, affectant la forme de filaments de 2^{mm} de diamètre environ et de 2^{mm} à 20^{mm} de long. Le bac étant vidé, lavé et rempli chaque jour, on constate que les déjections diminuent de nombre et de volume et qu'après le quatrième jour leur production a cessé presque complètement.

Le 28 août, les huîtres sont pesées de nouveau, leur poids total s'est élevé de 1484^{g} à 1494^{g}. Cette augmentation de 10^{g} ne doit évidemment pas être attribuée à l'influence de la stabulation mais au fait que les Mollusques, se trouvant dans des conditions de vie favorables, ont accru le poids moyen de leurs coquilles de $0^{g},40$. A l'ouverture d'un certain nombre des exemplaires stabulés on peut, par contre, noter que ceux-ci n'ont aucunement perdu leur réserve graisseuse; leur intestin terminal est vide, leur eau est absolument propre et leur teinte générale est plus blanche, plus uniforme qu'auparavant. Ce qui reste du lot ainsi traité continue à séjourner dans l'eau filtrée jusqu'au 8 septembre sans qu'il meure un seul individu et sans qu'il se manifeste aucun signe sensible de dépérissement.

Pour déterminer de façon plus précise les conséquences de la stabulation il eût été désirable d'instituer des comparaisons portant sur le poids net des Mollusques avant et après leur séjour en eau filtrée. Malheureusement, en raison des différences considérables du poids de chair qui existent entre les huîtres de poids semblable, toute recherche de ce genre est frappée d'incertitude. Si l'on essaie, en effet, de peser à part le contenu de plusieurs lots de 50 huîtres de même poids brut, on constate entre le poids des animaux nus, celui des coquilles et celui de l'eau retenue par celles-ci

des variations bien supérieures à celles qui seraient imputables au traitement dont on veut étudier les effets.

Dans le but de vérifier si les huîtres stabulées résistent moins que les autres à la mise à sec et au transport, je prépare un nouveau lot de 50 individus stabulés pendant 8 jours. Ces huîtres sont emballées dans un tonnelet en même temps qu'un lot semblable venant directement du parc et emballé dans un tonnelet identique. Les deux lots sont abandonnés au frais dans un coin de l'aquarium pendant une semaine, puis déballés, examinés et déposés dans un bac d'eau courante. Les huîtres stabulées présentent une survie de trente-deux individus qui se comportent bien les jours suivants; les non stabulées n'offrent que dix survivantes qui disparaissent à peu près toutes au bout de peu de temps.

Il résulte donc de ces expériences et de plusieurs autres, qui concordent dans leur ensemble avec celles dont j'ai donné les détails, que la stabulation des huîtres en eau filtrée pendant 8 jours ne diminue ni leur poids, ni leur embonpoint, ni leur résistance vitale et que la durée de ce traitement peut être doublée sans qu'il en advienne pour le produit une notable dépréciation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la situation de la zone de fréquence maximum des aurores boréales d'après la théorie corpusculaire*. Note de M. **Carl Störmer**.

Renvoyant le lecteur à la discussion que j'ai eue avec M. Villard (¹) sur la théorie des aurores boréales, je vais rappeler l'attention sur une des objections qu'il a faites contre la théorie voulant que les aurores soient dues à des rayons corpusculaires (cathodiques, rayons β de radium, etc.) venant du Soleil; c'est que, d'après mes calculs, les zones de fréquence maximum des aurores ont, d'après la théorie, un rayon trop petit. En effet, on obtient seulement 6° environ pour les rayons β les moins déviables par le magnétisme.

Cela a conduit M. Birkeland (²) et M. Lenard (³) à l'hypothèse que les

(¹) *Comptes rendus*, 10 septembre et 22 octobre 1906.

(²) *Comptes rendus*, 24 janvier 1910.

(³) *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*, 2 Juli 1910.

rayons corpusculaires du Soleil, causant les aurores, ont une déviabilité beaucoup moins grande que les rayons β de radium, hypothèse qui semble être justifiée par la grande pénétrabilité des rayons auroraux; en effet plusieurs voyageurs, dans les régions polaires, ont dit avoir vu les aurores presque jusqu'au sol.

Pour calculer le produit $H\rho$ qui caractérise les rayons correspondant à la zone véritable d'aurore, on n'aura qu'à appliquer les formules que j'ai développées dans mon Mémoire de Genève publié en 1907. En effet j'ai trouvé qu'on a approximativement

$$\sin\alpha_c = \sqrt{\frac{2\Delta}{c}},$$

où

$$c = \sqrt{\frac{8,52.10^{25}}{H\rho}}.$$

Ici α_c désigne l'angle formé par l'axe magnétique de la Terre et le rayon allant de son centre jusqu'au bord extérieur de la zone d'aurore, et Δ désigne la distance du centre de la Terre aux aurores, en centimètres.

On en tire, par exemple, en posant $\Delta = 7.10^8$, que

$$\log H\rho = 7,638 + 4\log\sin\alpha_c, \tag{1}$$

ce qui donne

Pour $\alpha_c = 20°$.................... $H\rho = 0,6.10^6$
» $\alpha_c = 25°$.................... $H\rho = 1,4.10^6$
» $\alpha_c = 30°$.................... $H\rho = 2,7.10^6$

Comme on le voit, on obtient pour $H\rho$ des valeurs beaucoup plus grandes que pour les rayons β du radium, où $H\rho$ n'excède pas 5000 environ.

Cependant il est possible d'expliquer aussi la situation des zones d'aurores véritables en admettant pour $H\rho$ des valeurs *plus petites*. En effet, et *cela est un point essentiel*, les systèmes de courants corpusculaires causant l'aurore et causant aussi les orages magnétiques peuvent créer, à une grande distance de la Terre, des champs magnétiques qui peuvent influer sur les trajectoires des corpuscules suivants, mais dont l'action observée à la surface de la Terre est très faible. Comme le calcul de cet effet est très difficile, *admettons, pour fixer les idées, que le système corpusculaire ne consiste qu'en un anneau dans le plan magnétique équatorial de la Terre*, comme dans une expérience bien connue de M. Birkeland. En supposant que l'anneau équi-

vaille à un courant galvanique circulaire de i ampères, le champ magnétique dû à ce courant et au champ terrestre sera, à une grande distance de la Terre, de révolution autour de l'axe magnétique, ce qui constitue une simplification notable dans la façon de traiter la question par l'analyse : en effet on réussit alors, comme dans le cas d'un aimant élémentaire, à *assigner, pour chaque cas de conditions initiales, des portions d'espace dont les trajectoires ne peuvent sortir.*

Ces portions sont limitées par des surfaces de révolution et seront obtenues dans le cas actuel en faisant varier k entre -1 et $+1$, dans l'équation

$$\mathfrak{M}\frac{R^2}{r^3} + \frac{i}{5}\sqrt{AR}f(\lambda) + \mathfrak{C} - kH\rho R = 0, \tag{2}$$

où

$$f(\lambda) = \lambda \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\sin^2\varphi - 1}{\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\varphi}}\,d\varphi, \qquad \lambda = \frac{2\sqrt{AR}}{\sqrt{(A+R)^2+z^2}},$$

et où les lettres ont la signification suivante :

R et z sont les coordonnées semipolaires d'un point sur la surface (2), l'axe magnétique et le plan magnétique équatorial étant choisis comme l'axe $R = 0$ et comme plan $z = 0$. Ensuite $r = \sqrt{R^2+z^2}$ et A est le rayon de l'anneau ; toutes les longueurs sont comptées en centimètres; $\mathfrak{M}$ est le moment magnétique de la terre, c'est-à-dire égal à $8,52.10^{25}$, et i est l'intensité du courant, comptée en ampères et positif dans le sens gauche-droite pour un observateur ayant les pieds sur le plan $z = 0$ et la tête vers les régions arctiques. Enfin $H\rho$ est le produit caractéristique des corpuscules et $\mathfrak{C}$ est une constante d'intégration dépendant des conditions initiales.

C'est un fait intéressant à constater que la construction graphique des parties d'espace envisagées s'obtient par addition graphique de systèmes de cercles et de lignes droites.

Une étude approfondie fait alors voir que, *à mesure que i croît, l'anneau aura pour effet de tirer la zone d'aurore causée par les corpuscules vers l'équateur magnétique et de la rapprocher ainsi de la zone véritable.*

Comme exemple numérique, nous avons d'abord étudié le cas extrême suivant :

$$H\rho = 315, \qquad A = 9,23.10^{10}.$$

Cela correspond à l'hypothèse qu'il y a un courant de rayon $923\,000^{\text{km}}$,

correspondant à des corpuscules pour lesquels $H\rho = 10000$, et que l'on considère l'action d'un tel courant sur des rayons cathodiques ordinaires correspondant à $H\rho = 315$.

En construisant alors les espaces dont les trajectoires ne peuvent sortir, on trouve pour l'angle α_c défini plus haut les valeurs suivantes :

i..........	0	10^4	10^5	10^6	2.10^6
α_c..........	2°58′	3°12′	4°14′	7°5′	8°22′

Même pour une intensité de 2.10^6 ampères, l'action du courant observé à la surface de la Terre n'excède pas 0,00002 unité magnétique, ce qui est tout à fait insignifiant par rapport au magnétisme terrestre.

Dans un Mémoire actuellement en préparation, on va discuter ces questions en détail pour une série de valeurs de A et du produit $H\rho$.

Remarquons seulement que le fait que les aurores accompagnant les grands orages magnétiques se montrent beaucoup plus éloignées de l'axe magnétique que les aurores ordinaires de la zone maximum, peut pour une grande partie être causé par l'action d'un champ magnétique extérieur, ainsi que nous venons de le voir.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.